

MEDDIG ÉR A TAKARÓNK?  
A MAGMAKÉPZŐDÉSTŐL A REGIONÁLIS LITOSZFÉRA  
FORMÁLÓ FOLYAMATOKIG



6. KŐZETTANI ÉS GEOKÉMIAI  
VÁNDORGYŰLÉS

© SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 2015

Minden jog fenntartva

A kötetben közölt cikkekért a szerzők vállalják a szakmai felelősséget

ISBN 978-963-306-389-7

Nyomdai előkészítés és borítóterv

Jacob Péter

Nyomda

Innovariant Nyomdaipari Kft., Szeged

Felelős vezető Drágán György

6750 Algyő, Ipartelep 4.

*Címlapfotó: Átbuktatott redő a Kisbihari (Biharia) terrén Aranyosfői-takarójában  
(Pajzsi Komplexum) (Fotó: Pál-Molnár Elemér)*

MEDDIG ÉR A TAKARÓNK?  
A MAGMAKÉPZŐDÉSTŐL A REGIONÁLIS LITOSZFÉRA FORMÁLÓ  
FOLYAMATOKIG

6. Közettani és geokémiai vándorgyűlés

Szerkesztette  
Pál-Molnár Elemér, Raucsik Béla, Varga Andrea

Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék  
Szeged, 2015

**6. Közöttani és geokémiai vándorgyűlés**  
2015. szeptember 10–12.

**Rendezők**



Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Közöttani Tanszék



Magyarhoni Földtani Társulat

**A 6. Közöttani és geokémiai vándorgyűlés helyszíne**

Wine Princess Balla Géza Pincészete  
Ópálos (Páuliş), Románia

**A 6. Közöttani és geokémiai vándorgyűlés tudományos bizottsága**

Pál-Molnár Elemér  
Raucsik Béla  
Varga Andrea

**A 6. Közöttani és geokémiai vándorgyűlés szervező bizottsága**

M. Tóth Tivadar  
Pál-Molnár Elemér  
Raucsik Béla  
Rechtenwald Rudolf  
Schubert Félix  
Varga Andrea

**Támogatók**

SZTE TTIK Ásványtani, Geokémiai és Közöttani Tanszék  
SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsopót  
MTA Geokémiai, Ásvány- és Közöttani Tudományos Bizottság

Pál-Molnár Elemér Előszó	7
I. Rész Plenáris előadás	8
Harangi Szabolcs, Jankovics M. Éva, Taracsák Zoltán, Németh Károly, Sági Tamás, Kiss Balázs, Soós Ildikó, Lukács Réka, Zemeny Alíz, Pál-Molnár Elemér, Theodoros Ntaflos Bazaltok: a magmaképződéstől a vulkánkitörésig – új eredmények és perspektívák	9
II. Rész Előadások	22
Almási Enikő Eszter, Batki Anikó, Kiss Balázs, Heincz Adrián A Ditrói Alkáli Masszívum ultramafikus kumulátum kőzeteinek amfiboljai	23
Aradi László Előd, Hidas Károly, Klébesz Rita, Patkó Levente, Szabó Csaba Deformációs folyamatok nyomon követése a Stájer-medence alatti felsőkőpenyben	27
Batki Anikó, Pál-Molnár Elemér, Gregor Markl Klinopiroxének petrogenetikai jelentősége a Ditrói Alkáli Masszívum kőzeteiben	28
Bencsik Attila, László Noémi, Bozsó Gábor, Bauer Márton Orfűi barlangi üledékek geokémiai és geológiai tulajdonságai	32
Bendő Zsolt, Szakmány György, Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Szandra, Mile Viktória, Harsányi Ildikó, T. Biró Katalin, Oszás Anett, Oláh István Nagynyomású metafoliit nyersanyagú csiszolt kőszeközök magyarországi régészeti leletanyagokban	36
Benkő Zsolt, Pécskay Zoltán A K–Ar és a <sup>40</sup> Ar– <sup>39</sup> Ar kormeghatározás: lehetőségek és korlátok	40
Biró Tamás, Kovács István János, Király Edit, Falus György, Karátson Dávid, Bendő Zsolt, Fancsik Tamás, Sándorné K. Judit „Víz” a riolitos piroklasztitok kvarcaiban	41
Dégi Júlia, Török Kálmán, Ralf Schuster Szubmikrométeres léptékű megfigyelések az Öbrenbergi Csillámpalában – három tektonikai ciklus elkülönítése	42
Fintor Krisztián, Nagy Tamás A hazai kis- és közepes aktivitású nukleáris hulladéklerakó konténer betonja hosszú távú degradációjának geokémiai modellezése	46
Fiser-Nagy Ágnes, Mészáros Előd, Varga Andrea, M. Tóth Tivadar, Schubert Félix Az Ásotthalom környéki metamorf aljzat kőzettani felépítése és átalakulási folyamatai	47
Garaguly István, Raucsik Béla, Varga Andrea, Schubert Félix A Szegedi-medence triász karbonátkőzeteinek vizsgálati eredményei	51
Gherdán Katalin, Kázmér Mikós, Weiszbürg Tamás, Szakmány György, Szabó Dániel, Fábry Nicola Povegliano-Veronese (Olaszország) kelta temető kerámiái: nyersanyagválasztás, készítése technika	52
Halász-Szabó Kristóf, Raucsik Béla Az üllési terület bizonytalan korú mezozoikumi mészkőtípusainak petrográfiai vizsgálata	56
Halmos László, Bozsó Gábor, Pál-Molnár Elemér A szegedi Fehér-tó szikes üledékeinek évszázakos geokémiai változásai	60
Heincz Adrián László, Kiss Balázs, Almási Enikő Eszter A Ditrói Alkáli Masszívum kristályosodási körülményeinek meghatározása amfibol termobarometria segítségével	64
Horváth Zoltán, Vigh Csaba, Sári Katalin Kőzettani vizsgálatok lehetséges szerepe a közérdekű ásványi nyersanyag lelőhelyek (MINATURA 2020 projekt) kijelölésében	68
Káldos Réka, Guzmics Tibor, Vácz Tamás, Baris Adrienn, Berkesi Márta, Szabó Csaba A Kerimasi mélységi kőzeteiben található olvadékszárnyak vizsgálata	69
Kátai Orsolya Renáta, Tóth Attila, Káldos Réka, Szabó Csaba Petrográfiai és fluidumzárvány vizsgálatok a parajdi kőszobában (Erdély, Románia)	70
Kereskényi Erika, Kristály Ferenc, Fehér Béla, Rózsa Péter Első eredmények a Herman Ottó Múzeum neolitik csiszolt kőszeközök archeometriai vizsgálatáról	71
Király Edit, Török Kálmán, Dégi Júlia Gránátok nyomlevélműködése a soproni minták alapján	75
Kis Boglárka Mercédesz, Harangi Szabolcs, Palcsu László A Csomád (Dél-Hargita) és környezetében feláramló fluidumok és gázok eredete: új eredmények és perspektívák	79
Kiss Balázs, Harangi Szabolcs, Lukács Réka, Molnár Kata, Dunkl István A Csomád magmás rendszerének működése: hosszú életű kristálykása és gyors remobilizáció	80
Kovács István János, Demény Attila, Czuppon György, Király Edit, Török Kálmán, Fancsik Tamás,	

<b>Falus György, Sándorné K. Judit</b> Piroxén megakristályok hidrogén izotóp összetétele és „víz”-tartalma	81
<b>Kürthy Dóra, Szakmány György, Józsa Sándor, Szabó Géza</b> A regőlyi kora vaskori sírhalom patics- és kerámia leletanyagának összehasonlító vizsgálati eredményei	82
<b>Lukács Réka, Harangi Szabolcs, Olivier Bachmann, Marcel Guillong, Dunkl István, Fodor László, Soós Ildikó, Szepesi János</b> A miocén piroklasztitok sztratigráfiája az új U-Pb cikron geokronológiai eredmények tükrében	83
<b>M. Tóth Tivadar</b> A metamorf aljzat fejlődése Dorozsma környékén	84
<b>Molnár Kata, Harangi Szabolcs, Dunkl István, Lukács Réka, Kiss Balázs</b> A Dél-Hargita vulkáni működésének geokronológiája az elmúlt másfél millió évben	88
<b>Papp Nikoletta, Raucsik Béla</b> A Hidegkúti Dolomit Formáció petrográfiai vizsgálata a balatonakali vízkutató fúrás rétegsora alapján	89
<b>Péterdi Bálint, Bendő Zsolt, Szakmány György, Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Szandra, Harsányi Ildikó, Mile Viktória, T. Biró Katalin</b> Szerpentinít nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban	93
<b>Pozsgai Emília, Józsa Sándor, Dunkl István, Hilmar von Eynatten</b> A mecsek- és villányi-hegységi felső-triász sziliciklasztos kőzetek származáselemzése	94
<b>Radics Tamás, Mosonyi Emília, M. Tóth Tivadar</b> Új adatok az Álmosd környéki aljzat és a szamos sorozat metamorf kőzeteihez	98
<b>Sági Tamás, Harangi Szabolcs, Taracsák Zoltán</b> A középső-szlovákiai (Nógrád-Selmec) neogén-kvarter alkáli bazaltok petrogenézise	99
<b>Sendula Eszter, Kónya Péter, Király Csilla, Szamosfalvi Ágnes, Kovács István János, Szabó Csaba, Falus György</b> Petrográfiai vizsgálatok jelentősége a geokémiai modellezés során	100
<b>Soós Ildikó, Harangi Szabolcs, Lukács Réka, Németh Károly, Theodoros Ntaflos</b> A pulai alginít rétegsorban található tefra rétegek	101
<b>Szakmány György, Bendő Zsolt, Józsa Sándor, Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Veronika, Maróti Boglárka, Szilágyi Szandra, Starnini Elisabetta, Horváth Ferenc</b> Hornfels nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban	102
<b>Szebényi Géza, Gaburi Imre</b> Új földtani vizsgálatok a Lahócában — geokémiai eredmények	106
<b>Szemerédi Máté, Varga Andrea, Lukács Réka, Schubert Félix, Pál-Molnár Elemér</b> Cirkon vizsgálatok a Gyűrűfői Riolit Formáció felszíni feltárásainak kőzetanyagából (Nyugati-Mecsek)	110
<b>Szepesi János, Papp István, Kovács-Pálffy Péter, Gönczy Sándor</b> Savanyú lávafaciesek termogravimetriai vizsgálata: régi módszer, új eredmények	111
<b>Szepesi János, Lukács Réka, Soós Ildikó, Harangi Szabolcs</b> Nagy vastagságú piroklasztit sorozat vulkanológiai újraértelmezése a Tokaji-hegység északi részén	112
<b>Taracsák Zoltán, Harangi Szabolcs, Molnár Gábor</b> Olvadási oszlop modellezéssel történő litoszféravastagság-becslés intrakontinentális bazaltvulkáni területeken	113
<b>Vígh Csaba, Harangi Szabolcs, Gerhard Wörner</b> A hazai miocén mészkáliai vulkanitokban előforduló magmás és metamorf gránátok zónásságának vizsgálata	117
<b>Walter Heléna</b> Vas-alkáli halogén metasomatózis nyomai az NWA-2086 CV3-as kondrit Ca-Al-gazdag zárvényaiban	118
<b>Zelenka Tibor, Márton Emő, Pécskay Zoltán</b> A Tokaji-hegység neogén vulkáni fejlődéstörténete; a paleomágneses, a radioaktív kor és a földtani - kőzettani, vulkanológiai vizsgálati adatok összehasonlításával	122
<b>Zelenka Tibor, Kertész Botond</b> Tállya andezitbánya süllyesztői szintjén előforduló andezittípusok kőzettani és ásványtani jellemzése	126
<b>III. Rész</b>	
<b>Kirándulásvezető</b>	127
<b>Raucsik Béla, Varga Andrea</b> Meddig ér a takarónk? – Terepbejárás a Maros völgyében	128
<b>Névmutató</b>	148

# A DITRÓI ALKÁLI MASSZÍVUM KRISTÁLYOSODÁSI KÖRÜLMÉNYEINEK MAGHATÁROZÁSA AMFIBOL TERMOBAROMETRIA SEGÍTSÉGÉVEL

Heincz Adrián László<sup>1</sup>, Kiss Balázs<sup>1,2</sup>, Almási Enikő Eszter<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék Vulcano Kutatócsoport, Szeged

<sup>2</sup> MTA ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Budapest

e-mail: heinczadrian@gmail.com

## 1. Bevezetés és földtani háttér

A Ditrói Alkáli Masszívum [DAM] a Keleti-Kárpátok kristályos övének déli részén található alkáli magmás komplexum. A Kelemen-Görgény-Hargita neogén-kvarter vulkáni övtől K-re a Bukovinai takaró prealpi metamorf kőzeteit áttörve bukkan a felszínre (Sándulescu, 1984; Kräutner, Bindea, 1995; Pál-Molnár, 2010a) (1. ábra). Szerkezetileg a Bukovinai takaróhoz tartozik és a takaró metamorf kőzeteivel együtt vett részt az alpi tektonikai eseményekben (Pál-Molnár, 1994a, b, c). Keletkezési ideje U/Pb koradatok alapján  $229,6 \pm 1,7$ – $1,2$  millió év (Pană et al., 2002), K/Ar koradatok alapján  $196 \pm 6$  (Bagdasarian, 1972), illetve  $237 \pm 9,1$ – $216 \pm 8,8$  millió év (Pál-Molnár, Árva-Sós, 1995), valamint  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  adatok alapján  $231,5 \pm 0,1$ – $227,1 \pm 0,1$  millió év (Dallmeyer et al., 1997).

A DAM É-i, ÉNy-i része kőzetanilag nagyon összetett: ultramafikus kumulátumok, gabbrók, dioritok, szienitek, gránitok és lamprofirok építik fel (1. ábra). Ezeknek a kőzeteknek fontos (közvetalkotó) ásványa a kalcium amfibol.

Az amfibol a kristályosodás során érzékenyen reagál a kristályosodási körülmények megváltozására, valamint megjegyzi a magmakamrában történt folyamatokat, ezért jól használható a kristályosodási folyamatok rekonstruálására. Az amfibol összetételét nagyban befolyásolja a magma kémiai összetétele, a kristályosodási körülmények (nyomás, hőmérséklet, oxigén és víz fugacitás), valamint a vele együtt kristályosodó ásványok milyensége (Bachmann, Dungan, 2002; Ridolfi et al., 2010; Krawczynski et al., 2012).

Az amfibolok összetételén alapuló termobarométerek (Anderson, Smith, 1995; Ridolfi et al., 2010; Ridolfi, Renzulli, 2012; Krawczynski et al., 2012; Putirka, 2014) lehetővé teszik a magmafejlődés körülményeinek számszerűsítését és a magmatározó rendszer felépítésének megismerését.

Kutatásunk célja összehasonlítani és felhasználni mindazon amfibol termobarométereket, amelyek alkalmasak alkáli magmás rendszerben lévő amfibolok kristályosodási nyomás- és hőmérséklet viszonyainak becslésére, valamint ezen  $P$ ,  $T$  értékek meghatározását és alkalmazhatóságát DAM amfibol-tartalmú kőzetei esetében.

## 2. Vizsgálati módszerek

Az ultramafikus kumulátumok és dioritok amfiboljainak kémiai összetételét Cameca SX50 típusú elektronmikroszondával (15 kV gyorsító feszültség, 20 nA áramerősség; természetes ásvány standardok segítségével) határoztuk meg a Bemni Egyetemen. A szienitek, gránitok és lamprofirok amfiboljainak kémiai összetételét meghatározásai Budapesten az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézetében készültek JEOL JXA-733 típusú elektronmikroszondával (15 kV gyorsító feszültség,

20 nA áramerősség). A lamprofirok amfiboljainak további főelem összetétel meghatározása CAMECA SX50 elektronmikroszondával történt az Uppsalai Egyetem Geológiai Tanszékén (15 kV gyorsító feszültség, 20 nA áramerősség).

## 3. Amfibol termobarometria

Leake et al. (1997) és Hawthorne et al. (2012) osztályozási kritériumai alapján a masszívum amfibolt tartalmazó kőzeteiben kalcium amfibolok vannak jelen. A kumulátumokban és a dioritokban pargazit, ferropargazit, magneziohastingsit és kaersutit fordul elő, a szienitekben hastingsit, a gránitokban ferro edenit, míg a lamprofirok hastingsit, kaersutit, és magneziohastingsit tartalmúak (Pál-Molnár, 2000; Batki et al., 2004; Pál-Molnár, 2005; Batki, Pál-Molnár, 2005, 2006; Kovács, Pál-Molnár, 2005; Batki et al., 2014; Pál-Molnár et al., 2015; Almási et al., 2015 in press).

Munkánk során kísérletileg előállított amfibol kristályok összetéti adatait elemeztük annak kiderítésére, hogy egy (a DAM-hoz hasonló) alkáli rendszer esetében, különböző  $P$ ,  $T$  körülmények között és eltérő magma összetétel mellett, milyen kémiai összetételű amfibolok jönnek létre.

A kísérleti adatok Nekvasil et al. (2004) munkájából származnak, amelyekben ismert összetételű kőzettípusokban meghatározott kristályosodási körülmények között vizsgálták a keletkezett amfibolok összetételét. A kiindulási kőzet egy alkáli bazalt volt, amely a frakcionációs kristályosodás során közepes alkáli-tartalmú hawaiiit, trachandezit, alkáli szienit, mugearit típusú kőzeteket eredményezett. A kísérletben még egy szintetikus felzikus trachit kőzet is felhasználásra került. A kísérletben a nyomás 9,3 kbar (930 MPa) és 4,3 kbar (430 MPa), a hőmérséklet 1040–920 °C, a víz mennyisége 0,5 tömegszázalék, az oxigénfugacitás 1,5 log egység voltak.

A kísérleti amfibol-adatokat különböző termobarometriai egyenletekbe helyettesítettük (Anderson, Smith, 1995; Ridolfi et al., 2010; Ridolfi, Renzulli, 2012; Krawczynski et al., 2012; Putirka, 2014), vizsgálva a különböző egyenletek pontosságát és a kísérletben alkalmazott kristályosodási paramétereket.

A használt termobarométerek tulajdonságait az 1. táblázat foglalja össze.

A termobarométerek közül Ridolfi és Renzulli (2012) egyenletei közelítették meg a legjobban a kísérleti állapotokat, ezért ezt alkalmaztuk a Ditrói Alkáli Masszívum kőzeteiben lévő amfibolok kristályosodási nyomás és hőmérséklet viszonyainak becslésére. Ridolfi és Renzulli (2012) újra kalibrálta a Ridolfi és munkatársai (2010) oxo-hygro-termo-barométert, így alkáli magmából származó kalcium amfibolokra is használhatóvá vált, 1130 °C és 2,2 GPa értékekig (a nyomás és hőmérséklet becslésére az amfibol összes

t% volt. Mivel az eredeti kritériumrendszer jelentősen korlátozta a használható adatok mennyiségét, ezért módosításokat hajtottunk végre az egyenletekben: lehoztuk  $\Sigma$  oxid határát 97 t%-ra, ezzel nagyobb teret engedtünk a nehezen mérhető OH-csoport okozta mennyiségkülönbség kiküszöbölésére, emellett eltávolítottuk a Mg/(Mg+Fe2+)>0,5 feltételt, mivel alkáli rendszerek fejlettebb magmáiban az amfibolok Mg# értéke alacsonyabb is lehet.

[illegible]

65



1. táblázat – Az alkalmazott termobarométerek összehasonlítása

Tulajdonságok	Ridolfi et al. (2010)	Ridolfi, Renzulli (2012)	Putirka (2014)	Krawczynski et al. (2012)	Anderson, Smith (1995)
<b>Magmás rendszer</b>	mészalkáli	mészalkáli és alkáli	magmás	bazalt és andezit	gránit batolit
Termométer	igen	igen	igen	nem	nem
Barométer	igen	igen	igen	igen	igen
<b>Termométer hibahatár</b>	±22 °C	±23.5 °C	± 33 °C	-	-
<b>Barométer hibahatár</b>	±11-24%	± 11.5%	± 0.15 Gpa (150 MPa)	±142 Mpa	± 0.6 kbar (60 Mpa)
<b>Kritériumok</b>	<0.21 Al#	Mg# > 0.5 és Al# ≤ 0.21	Fe-Mg oxid egyensúly 0.28 ± 0.11	-	0.4 < Mg# < 0.65
<b>Egyéb</b>	fO <sub>2</sub> és olvadék víztartalom számolás		Ridolfi, Renzulli (2012) "eq1d" képlete alapján	Larocque, Canil (2010) képlete alapján	-

és „P1d” egyenletek nyújtották. A „P1a” 9,3 kbar-os értékeinek hibahatára 2-47% (18-433 MPa), 4,3 kbar esetén 9-30% (38-130 MPa). A „P1d” egyenletnél előbbinél 2-56% (22-523 MPa), míg utóbbinál 14-27% (61-115 MPa) volt a hiba mértéke. A „P1b”, „P1c” és „P1e” egyenletek együttesen nagy nyomáson 4-64% (33-598 MPa), míg kis nyomáson 12-47% (52-203 MPa) hibával becsültek alul. A hőmérséklet becslés esetében a nagy nyomású eredmények hibahatára 2-128 °C-os túlbecslés, míg kis nyomáson alulbecsült 43 °C-al, illetve túlbecsült 29 és 35 °C-al. A legtöbb érték a hibahatáron kívül volt (hibahatár= ±23,5 °C).

### 3. Termobarométer alkalmazása a DAM amfiboljaira és a kapott adatok értelmezése

A DAM kőzetei közül öt amfibol-tartalmú kőzettípust vizsgáltunk (ultramafikus kumulátum, diorit, lamprofir, szienit és gránit). A *P*, *T* számoláshoz a módosított táblázatot használtuk, ezáltal minden kőzettípusból kaptunk értékeket a nyomásra és hőmérsékletre. A hőmérsékleti adatok esetében az 1050 °C feletti értékeket nem fogadtuk el, mivel a kísérletek azt mutatták, hogy 1050 °C fölött nem jelenik meg amfibol alkáli magmás folyamatokban (Holloway, 1973; Nekvasil et al., 2004).

Az egyes kőzetekhez tartozó adatokat átlagoltuk. A továbbiakban csak a nagy nyomásra kalibrált „P1a” és a kis nyomásra kalibrált

„P1b” egyenletek adatait használtuk fel (2. táblázat).

Az adatok alapján meghatároztuk az amfibolok kristályosodási mélységét. A kontinentális kéreg esetében litosztatikus nyomással számoltunk. Az átlagos közensűrűséget (2,8 g/cm<sup>3</sup>) alapul véve 100 MPa nyomásnak körülbelül 3,7 km-es mélység felel meg.

A DAM ultramafikus kumulátumai esetén a „P1a” egyenlettel 30 km ± 9 km amfibol kristályosodási mélységet, a „P1b” egyenlettel pedig 16 km ± 1 km mélységet vehetünk figyelembe.

A lamprofirok esetében ezek az értékek 20 km ± 6 km („P1a”), illetve 14 km ± 4 km (P1b”).

A dioritok esetében a „P1a” egyenlet szerint 31 km ± 6 km, míg a „P1b” egyenlet szerint 14 km ± 2 km becsülhető.

A szienit mélységértékei a „P1a”-nál 43 km ± 11 km, a „P1b”-nél 12 km ± 2 km.

A gránit lehetséges amfibol kristályosodási mélységei a „P1a” esetén 12 km ± 4 km, a „P1b”-nél 5 km ± 1 km.

A hőmérsékletek becslése alapján a kumulátumok amfiboljai keletkeztek a legnagyobb hőmérsékleten, 1010 °C-on. Ennél kb. 20 °C-al kevesebb a dioritok becsült amfibol kristályosodási hőmérséklete (990 °C). A szienitek pár fokkal kisebb átlag keletkezési hőmérsékletet mutattak (982 °C). A lamprofir telérek amfiboljai 948 °C-on keletkeztek. A legalacsonyabb értéket a gránitok amfiboljai mutatták, 845 °C-ot.

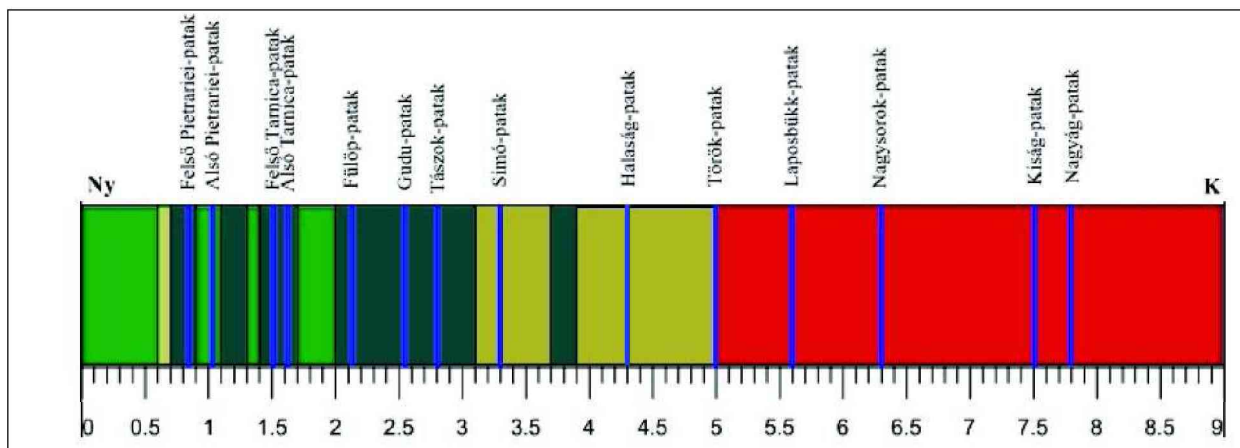
A DAM északi részén, az Orotva-patak mentén felvett 9 km-es szelvényen látható a vizsgált kőzetek felszíni megjelenése (2. ábra). A kőzettani szelvényen jól követhető a kőzetek egymáshoz viszonyított térbeli helyzete. A magmatározó eredeti helyzetéből az alpi tektonikai események során nyíródott le kb. 2000 m mélységben (Kräutner, Bindea, 1995; Pál-Molnár, 2000).

Az amfibolok termobarometriai eredményei alapján a masszívum térbeli helyzetére vonatkozóan két lehetséges értelmezés adódik:

1. A nagy nyomáson kalibrált „P1a” egyenletből származó értékek azt mutatják, hogy az ultramafikus kumulátum kőzetek a kéreg-köpeny határ zónából (kb. 30 km mélységből) származnak, hasonló mélységből, mint a dioritok. A szienitek mélyebb tartományból származnak (43 km). A gránitok sekélyebb mélységet mutatnak (12 km). Ez a 43-12 ± 11-4 km mélységtartomány 21 km ± 11-4 km vastag magmás (magmatározó) rendszert jelöl. Az adatok alapján a felszínen látható 9 km-es kőzettani szelvény lehetséges magyarázata, hogy az egyes kőzetek amfiboljai különböző mélységben, különböző forrásból kezdtek kikristályosodni, de a

2. táblázat – A DAM kőzeteinek nyomás és hőmérsékleti értékei Ridolfi, Renzulli (2012) termobarométere alapján

Kőzettípus	Nyomás (Mpa)		Hőmérséklet (°C)
Egyenlet	„P1a”	„P1b”	
ultramafikus kumulátum	814±254	421±38	922-1045
diorit	854±175	380±50	899-1049
szienit	1161±295	311±41	954-1006
gránit	337±106	124±15	798-985
lamprofir	554±169	440±119	833-1033



2. ábra – Egyszerűsített felszíni kőzettani szelvény a DAM É-i részének vizsgált szakaszáról

■ = alkáliföldpát-szenit, ■ = kumulátum, ■ = diorit, ■ = szienit, ■ = gránit, — patak

végző megrekedési helyük ugyanabban a magmatározóban volt. A lamprofir telérek amfiboljai 20 km kristályosodási mélységet jelölnek, de a terepi megfigyelések alapján utolsó magmás eseményként értelmezhetők, mivel átjárják az előbb említett kőzeteket.

2. A kis nyomásra kalibrált „P1b” egyenlet értékei sekélyebb amfibol kristályosodási mélységet jelölnek (16–5 km  $\pm$  1 km tartomány). Legnagyobb mélységi érték az ultramafikus kumulátumokhoz kapcsolható (16 km), ezt követik a dioritok 14 km, a szienitek 12 km és végül a gránitok 5 km értékekkel. Az amfibolok kristályosodási mélységei által meghatározott 11 km-es szakaszban kijelölhető egy 90°–45° közötti kibillenési szög ami a felszíni 9 km-es térbeli eloszlást leképezi. A lamprofir telérfázis (14 km) ugyanúgy utolsó magmás eseményként értelmezhető.

Az ultramafikus kumulátumoknak és dioritoknak hasonló az amfibol összetételük (Pál-Molnár, 2000; Almási et al., 2015). Az ultramafikus kumulátumok lencsék és tömbök formájában a dioritokban xenolitiként jelennek meg. Valószínű, hogy a kumulátum kőzetek előbb keletkeztek, mint a dioritok, de közel hasonló mélységben. A már megszilárdult kumulátumot a dioritos magma felszakította és magával ragadta.

A szienitek és a gránitok hasonló amfibol típusokat tartalmaznak, de az amfibolokból számolt mélységi keletkezési körülményeik jelentősen eltérnek egymástól, illetve a kumulátumoktól és dioritoktól is.

Vizsgálataink bizonyítják, hogy Ridolfi és Renzulli (2012) termobarométere használható alkáli magmás rendszerben kristályosodó amfibolok esetében, mint azt a Ditrői Alkáli Masszívum amfiboljainak tesztelése, kristályosodási  $P$ ,  $T$  értékei is mutatják.

## Irodalomjegyzék

Almási, E.E., Batki, A., Kiss, B. (2015): *Földtani Közlöny*, in press.  
Anderson, J.L., Smith, D.R. (1995): *American Mineralogist*, **80**, 549–559.  
Bachmann, O., Dungan, M.A. (2002): *American Mineralogist*, **87**, 1062–1076.  
Bagdasarian, G.P. (1972): *Studii și Cercetări Geologie, Geofizică și Geografie, Seria Geologie*, **17/11**, 13–21.

Batki, A., Pál-Molnár, E., Bárdossy, A. (2004): *Acta Mineralogica-Petrographica*, **45/2**, 21–28.  
Batki, A., Pál-Molnár, E. (2005): *Geolines*, **19**, 20–22.  
Batki, A., Pál-Molnár, E. (2006): *Mineralogia (Mineralogia Polonica)*, **28**, 22–24.  
Batki, A., Pál-Molnár, E., Dobosi, G., Skelton, A. (2014): *Lithos*, **200–201**, 181–196.  
Dallmeyer, D.R., Kräutner, H.G., Neubauer, F. (1997): *Geologica Carpathica*, **48**, 347–352.  
Davidson, J., Turner, S., Handley, H., Macpherson, C., Dosseto, A. (2007): *The Geological Society of America*, **35/9**, 787–790.  
Krawczynsky, M.J., Grove, T.L., Behrens, H. (2012): *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **164/2**, 317–339.  
Kräutner, H.G., Bindea, G. (1995): *Romanian Journal of Mineralogy*, **77/3**, 1–44.  
Kräutner, H.G., Bindea, G. (1998): *Slovak Geological Magazine*, **4**, 213–221.  
Kovács, G., Pál-Molnár, E. (2005): *Földtani Közlöny*, **135/1**, 121–143.  
Nekvasil, H., Dondolini, A., Horn, J., Filiberto, J., Long, H. (2004): *Journal of Petrology*, **45**, 693–721.  
Ridolfi, F., Renzulli, A., Puerini, M. (2010): *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **160/1**, 45–66.  
Pál-Molnár, E. (1994,a): *A Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottságának Kiadványai*, 85 p.  
Pál-Molnár, E. (1994,b): *Szegedi Akadémiai Bizottság, Föld-és Környezettudományi Szakbizottság*, 52 p.  
Pál-Molnár, E. (1994,c): *Acta Mineralogica-Petrographica*, **34**, 95–109.  
Pál-Molnár, E. (2000): *Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, University of Szeged, Szeged*, 172 p.  
Pál-Molnár, E. (2006): *Geolines*, **20**, 103–104.  
Pál-Molnár, E. (2010a): *Sepsiszentgyörgy, Csíkszereda*, 33–43.  
Pál-Molnár, E. (2010b): In: Szakáll, S., Kristály, F. (Eds): In: Szakáll, S., Kristály, F. (Eds): *Sepsiszentgyörgy, Csíkszereda*, 63–88.  
Pál-Molnár, E., Árvai-Sós, E. (1995): *Acta Mineralogica-Petrographica*, **36**, 101–116.  
Pál-Molnár, E., Batki, A., Ódri, Á., Kiss, B., (2015): *Geologia Croatica*, **68/1**, 51–66.  
Pană, D., Balintoni, I., Heamen, L., Creaser, R. (2002): *Geologica Carpathica*, **53**, Special Issue, 177–180.  
Putirka, K. (2014): *GSA Annual Meeting in Vancouver*, 180/4.  
Ridolfi, F., Renzulli, A. (2012): *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **163/5**, 877–895.  
Săndulescu, M. (1984): *Editura Tehnică*, 336 p.